

RANCANG BANGUN PEMILAH SAMPAH GLAS DAN BOTOL PLASTIK

Yasser Abd Djawad, Sutarsi Suhaeb, Millenia Asmara Muhtar

Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Makassar

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk : (1) Membuat rancang bangun pemilah sampah gelas danbotol plastik, dan (2) Mengetahui cara kerja dari alat pemilah sampah gelas dan botol plastik. Penelitian yang digunakan yaitu Penelitian Rancang Bangun pemilah sampah gelas dan botol plastik menggunakan *conveyor* berbasis arduino uno. Perancangan ini menggunakan sensor *Proximity* sebagai pendeteksi jenis sampah, dan menggunakan mikrokontroler arduino unosebagai pengendali perangkat yang digunakan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika yang dikerjakan sejak bulan Februari hingga Juni 2022. Penelitian ini dimulai dengan perancangan desain rangkaian elektronik dengan menggunakan aplikasi *Eagle 3D*. Aplikasi ini sering digunakan untuk membuat rancangan desain skema rangkaian ataupun pembuatan *layout* PCB. Setelah itu, alat ini dirancang agar sensor mendeteksi adanya objek, maka sensor mengirimkan sinyal ke Arduino. Sinyal tersebut diolahditeruskan untuk mengaktifkan LCD dengan relay sebagai saklar ke motor *ac*. Motor *ac* akan menggerakkan *conveyor* dan memilah sampah ke tempatnya masing-masing sesuai dengan jenisnya. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat pemilahsampahgelas dan botol plastik ini akan bekerja ketika sensor mendeteksi adanya objek.

Kata Kunci : Pemilah Sampah Gelas dan Botol Plastik, Rancang Bangun, Arduino Uno, Conveyor

PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu masalah lingkungan sering menjadi perhatian masyarakat. Masalah ini telah menjadi masalah yang serius, terutama di kota-kota besar, tidak hanya di Indonesia, tetapi di seluruh dunia. Volume TPA yang mencapai 175.000 ton/hari atau setara 64 juta ton/tahun harus dibuang dengan baik agar volume penumpukan tidak bertambah. Menurut hasil studi tahun 2012 yang dilakukan di beberapa kota, pola pengelolaan sampah di

Indonesia adalah sebagai berikut: pengangkutan dan penyimpanan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) (69%), Tempat Pembuangan Akhir (10%), Pengomposan dan daur ulang (7%), pembakaran (5%) dan sisanya tidak dikelola (7%). lebih dari 90% kabupaten/kota di Indonesia masih menggunakan sistem *open dumping* yaitu sampah dibuang langsung ke TPA tanpa pengelolaan, upaya dalam pemilahan dan pengelolaan sampah masih sangat terbatas, dan sampah menumpuk di tempat pembuangan akhir (TPA).

Seiring dengan perkembangan, banyak ditemukan produk-produk minuman dalam kemasan yang beredar di lingkungan masyarakat, baik itu dalam kemasan gelas, kaleng, maupun botol plastik. Semakin banyak minuman dalam kemasan yang diproduksi, semakin banyak sampah gelas, kaleng, dan botol plastik yang terbuang. Hal ini memicu proses daur ulang sampah untuk mengurangi jumlah sampah yang dihasilkan. Untuk memudahkan proses daur ulang, hal pertama yang harus dilakukan adalah memisahkan sampah berupa gelas dan botol plastik. Proses daur ulang (*recycle*) dilakukan di tempat pembuangan sampah akhir. Proses pemilah sampah masih dilakukan secara manual sehingga masih memakan banyak waktu, tenaga, dan tidak efektif. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang tepat untuk mempercepat dan mempermudah dalam proses pemilahan sampah gelas dan botol plastik.

Berdasarkan data dari hasil observasi, kita dapat mengetahui bahwa proses pemilahan sampah masih manual dan membutuhkan tenaga. Pada penelitian ini, peneliti akan merancang suatu alat pemilah sampah gelas dan botol plastik. Alat ini berbeda dengan alat pemilah sampah pada umumnya dimana akan dirancang dengan menggunakan *conveyor* dimana prinsip kerja *conveyor* pada alat ini sebagai penggerak sampah ke proses pemilah yang digerakkan oleh motor *ac* dengan adanya

mekanisme *conveyor* tersebut dapat mempercepat proses pemilahan sampah gelas dan botol plastik. Dalam penelitian ini, Arduino uno digunakan sebagai alat pengendali (*control*).

Sampah gelas dan botol plastik dibedakan menurut jenis bahannya sehingga dalam proses penyortiran harus dapat membedakan jenis bahannya. Saat menyortir, gunakan sensor jarak untuk meminimalkan kesalahan dalam penyortiran. Selanjutnya hasil analisis jenis sampah akan ditampilkan pada *lcd* sebagai sarana informasi. Dalam hal ini, alat pemilah sampah gelas dan botol plastik dapat menjadi solusi untuk mempermudah proses penyortiran sampah. Berdasarkan dari uraian di atas, maka penulis melaksanakan penelitian dengan judul **“Rancang Bangun Pemilah Sampah Gelas Dan Botol Plastik”**.

Pemilah Sampah

Pemilahan sampah merupakan bagian dari proses penanganan sampah. Pemilahan sampah dapat diartikan sebagai proses pemisahan sampah berdasarkan jenisnya. Proses kegiatan pengelolaan sampah mulai dari penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemilahan, pengolahan, hingga pembuangan oleh pengelola.

Pemilihan sampah harus dilakukan sebelum dikumpulkan ke tempat penampungan sampah. Aktivitas yang dilakukan pada setiap tempat berbeda-beda, sehingga menghasilkan jenis sampah yang berbeda. Masing-masing sampah tersebut memiliki cara pengolahan sampah yang berbeda pula. Dengan melakukan pemilahan sampah sejak dari sumbernya, maka akan mengurangi adanya kontaminasi antar jenis sampah, sehingga mempermudah dalam proses pengolahan sampah.

Metode pemilahan sampah tersebut dapat dilakukan dengan cara manual atau otomatis. Pemilahan sampah manual dapat dilakukan secara sederhana yaitu dengan menggunakan wadah atau tempat sampah yang berbeda warna. Perbedaan warna tersebut disesuaikan dengan jenis sampah. Pemilahan sampah dengan cara manual biasanya berdasarkan jenis bahan sampah, misalnya antara sampah organik dengan anorganik.

Kelebihan pemilahan sampah ini yaitu tempat sampah langsung ditempatkan pada sumber-sumber sampah, baik di dalam atau luar ruangan. Akan tetapi, cara ini dianggap masih kurang maksimal karena sampah tetap tercampur. Hal ini disebabkan banyak masyarakat yang kurang peduli

tentang pemilahan sampah serta kurang mengerti mengenai jenis-jenis sampah. Pokok-pokok dalam pemilahan sampah adalah perubahan perilaku.

Sementara itu, berbeda dengan cara manual yang hanya menggunakan tempat sampah dan terdapat pada sumber-sumber sampah. Pemilah sampah otomatis pada umumnya ditempatkan di TPS dengan ukuran dan kapasitas yang besar. Pemilah sampah otomatis biasanya berupa mesin yang terdiri dari sensor yang dapat membedakan sampah berdasarkan sifat sampah, serta komponen-komponen lain seperti *conveyor* dan lainnya. Sampah-sampah yang masih bercampur diletakkan pada *conveyor* hingga terbawa pada area penginderaan sensor. Sensor yang biasa digunakan pada pemilah otomatis di antaranya sensor *proximity*.

Pada pemilah sampah otomatis yang menggunakan sensor *proximity* akan mendeteksi jenis sampah dan mengindera sampah-sampah tersebut sehingga menghasilkan informasi yang dibutuhkan. Sampah yang terdapat pada *conveyor* akan terbawa menuju area penginderaan sensor.

Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler berbasis Atmega328 (lembar data). Ini memiliki 14 pin *input* dari

output digital, 6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat menggunakannya, cukup sambungkan *board* Arduino Uno ke komputer dengan kabel USB atau gunakan adaptor AC-to-DC atau daya baterai untuk menjalankannya. Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* dan *output* menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalwrite()` dan `digitalRead()`. Fungsi-fungsi ini beroperasi pada 5 volt. Setiap pin dapat sumber atau menerima hingga 40 Ma dan memiliki resistor pull-up 20-50 kOhm (terputus secara default).

Sensor Proximity

Sensor *proximity* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya suatu objek tanpa melakukan kontak fisik. Dapat juga dikatakan bahwa sensor *proximity* adalah perangkat yang mengubah informasi tentang pergerakan atau keberadaan suatu objek menjadi sinyal listrik. Sensor bekerja dengan memfokuskan pada perubahan amplitudo di lingkungan dengan medan frekuensi tinggi. Ada banyak jenis sensor *proximity*, termasuk sensor *proximity* induktif, sensor *proximity* IR (inframerah), dan sensor *proximity* kapasitif. Sensor inframerah adalah

komponen elektronik yang dapat mengenali cahaya inframerah (inframerah, IR). Saat ini, ada sensor IR atau detektor IR yang dibuat khusus dalam satu modul yang disebut IR Detector Photomodules. Sensor *proximity* induktif adalah sensor yang dapat mendeteksi benda logam. Sensor ini terdiri dari osilator, kumparan inti ferit, rangkaian *detector*, rangkaian keluaran, kabel dan konektor. Sensor *proximity* kapasitif adalah sensor yang mendeteksi keberadaan suatu objek tanpa kontak fisik. Objek yang dapat dideteksi oleh sensor *proximity* kapasitif adalah logam atau non-logam, seperti kayu, plastik, kaca, dll.

Motor AC

Motor AC adalah motor listrik yang digerakkan oleh tegangan bolak-balik. Motor AC terdiri dari dua bagian utama, “stator” dan “rotor”. Stator adalah bagian stasioner dari motor AC. Motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk mengontrol kecepatan sekaligus mengurangi konsumsi daya.

LCD

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah layar elektronik yang dibuat dengan teknologi logika CMOS yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya, tetapi dengan memantulkan cahaya sekitar ke lampu depan atau mentransmisikan cahaya

dari lampu belakang. LCD (*Liquid Cristal Display*) digunakan sebagai penampil data dalam karakter, huruf, angka, atau grafik.

LCD merupakan lapisan campuran organik antara lapisan kaca transparan dan elektroda oksida indium transparan, berupa layar tujuh segmen, yang dipadukan dengan lapisan elektroda di bagian belakang kaca. Ketika elektroda diaktifkan oleh medan listrik (tegangan), molekul organik silinder panjang sejajar dengan elektroda fragmen. Interlayer memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horizontal belakang, diikuti oleh lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul yang bertepatan, dan bagian yang diaktifkan tampak gelap, membentuk karakteristik data yang ingin anda tampilkan.

Conveyor

Penelitian ini menggunakan *conveyor* yang dibuat dengan sederhana yang berfungsi sebagai mekanik dari alat pemilah sampah untuk menggerakkan sampah ke proses pemilah sampah yang digerakkan oleh motor *ac*.



Buzzer

Buzzer ialah komponen elektronik yang mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Jenis *buzzer* ini sering digunakan dalam sistem alarm, dan sebagai indikator suara. *Buzzer* adalah komponen elektronik yang dimiliki oleh transduser. Singkatnya, *buzzer* memiliki 2 kaki, positif dan negatif. Untuk menggunakannya secara sederhana, kita dapat memberikan tegangan positif dan negatif sebesar 3 – 12V.

Cara kerja *buzzer* ketika ada arus atau tegangan yang mengalir ke dalam rangkaian yang menggunakan piezoelektrik. *Buzzer* piezo bekerja dengan baik untuk menghasilkan frekuensi dalam rentang 1-6 kHz hingga 100 kHz. Kita dapat mencoba *buzzer* ini tanpa menggunakan papan Arduino yang telah diprogram. Jadi, kami hanya memberikan tegangan input 3 – 12v (tegangan kerja *buzzer*). *Buzzer* memiliki nilai impedansi yang sama dengan speaker. Jika nilai impedansi kurang dari 10 ohm, kita dapat menghubungkannya langsung ke arduino. Jika impedansi lebih besar, kita akan membutuhkan *driver* untuk meningkatkan arus ke *buzzer*. Kita dapat menggunakan rangkaian transistor.

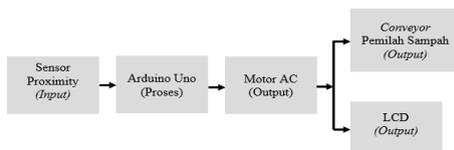
METODE PENELITIAN

Desain Perancangan

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian rancang bangun dan desain yang menghasilkan suatu bentuk alat yang diaplikasikan pada tempat sampah. Dengan alat ini, kita dapat mempermudah masyarakat atau orang-orang di tempat pembuangan akhir untuk memilah sampah secara otomatis.

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan mulai sejak bulan Januari sampai bulan Juni 2022 di Laboratorium Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika.

Penelitian ini dimulai dengan perancangan desain rangkaian elektronik dengan menggunakan aplikasi *sketch up*. Aplikasi ini adalah salah satu yang sering digunakan untuk membuat rancangan atau desain rancangan elektronik yang berupa gambar 3D. Setelah itu, alat ini dirancang agar Sensor *Proximity* mendeteksi objek yang telah dimasukkan, maka mengirimkan sinyal ke Arduino Uno. Sinyal diolah dan diteruskan untuk LCD untuk menampilkan jenis sampah yang terdeteksi.



Gambar 1.
Blok Diagram Alat Pemilah Sampah Gelas dan Botol Plastik

Alat dan Bahan yang Digunakan

Dalam perancangan alat pemilah sampah ini, beberapa alat diperlukan serta komponen yang nantinya akan digunakan berdasarkan spesifikasi, jenis, dan jumlah kebutuhan yang digunakan.

Alat yang digunakan dalam pembuatan alat pemilah sampah gelas dan botol plastik adalah *cutter*, obeng set, solder, timah, penghisap timah, gunting, bor tangan, multimeter, pc/laptop, tripleks, tang, dan gergaji besi.

Bahan yang digunakan adalah Arduino Uno, Sensor Proximity, Motor AC, LCD 16 X 2, Buzzer, Relay, Stepdown, Kabel Jumper, Mor + Baut, Kabel, Jumper.

Gambar Desain Produk



Gambar 2.
Contoh Desain Produk

Tahap selanjutnya merupakan tahap kedua setelah semua komponen elektronik selesai dikerjakan. Hal yang dilakukan saat merancang struktur mekanis ini adalah merancang alat untuk menempatkan alat atau kotak proyek. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah merancang sirkuit agar sesuai dengan

ukurannya.

HASIL PENELITIAN

Deskripsi Produk

Rancang bangun pemilah sampah gelas dan botol plastik menggunakan conveyor sebagai penggerak sampah ke tempat sampah, alat ini dibuat dengan tujuan mempermudah dalam memilah sampah. Dalam perancangan yang telah dilakukan, alat ini terbagi dalam beberapa bagian, relay, conveyor, lcd (*Liquid crystal display*), sensor *proximity*, motor *ac*, *buzzer*, stepdown dan mikrokontroler yang digunakan adalah arduino uno dan *software* yang digunakan adalah arduino IDE.

Hasil Uji Coba

Tabel 4.1|
Pengecekan Tegangan

No.	Jenis Pengujian	Kriteria pengujian	Hasil pengukuran
1.	Tegangan Power Adaptor	12,01 V	11,97 VDC
2.	Tegangan Sensor Proximity Kapasitif	12 V	11,98 VDC
3.	Tegangan Sensor Proximity Induktif	12 V	11,98 VDC
4.	Tegangan Sensor Proximity Infra merah	5 V	4,97 VDC
5.	Tegangan Arduino	5 V	4,98 VDC
6.	Tegangan LCD	5 V	4,98 VDC
7.	Tegangan Motor AC	220 V	220 VAC
8.	Tegangan Relay	5 V	4,98 VDC

Pada tahap ini dilakukan proses pengukuran tegangan setiap modul agar semua modul dapat berjalan. Dari hasil pengukuran berbeda dengan teori, dimana disebabkan karena beberapa faktor, yaitu dalam sebuah avometer terdapat beberapa resistor yang dapat menghambat arus ketika pengukuran, dan setiap modul yang diukur mempunyai nilai resistansi yang berbeda sehingga hasil pengukuran berbeda dengan teori.

Tabel 4.2
Pengamatan Hasil Uji Coba Alat

No.	Indikator Keberhasilan Produk	Hasil Uji Coba	
		Ya	Tidak
1.	Sensor Proximity mendeteksi	✓	
2.	Arduino Mengirimkan sinyal ke Relay	✓	
3.	Motor AC Bekerja	✓	
4.	Buzzer mengeluarkan bunyi	✓	
5.	Lcd menampilkan informasi	✓	
6.	Relay Bekerja	✓	
7.	Conveyor berjalan	✓	
8.	Stepdown Berfungsi	✓	

Tahap kedua ini dilakukan pengujian alat dimana setiap modul berfungsi dengan semestinya yang diharapkan.

Tabel 4.3
Pengujian Jenis Sampah

No	Sampah	Kriteria			Keterangan
		Plastik	Logam	Organik	
1.	Aqua gelas	✓			Terdeteksi
2.	Aqua botol	✓			Terdeteksi
3.	Kayu			✓	Terdeteksi
4.	Daun			✓	Terdeteksi
5.	Sprite Kaleng		✓		Terdeteksi
6.	Coca-cola Kaleng		✓		Terdeteksi
7.	Kertas	-	-	-	Tidak Terdeteksi
8.	Tissue	-	-	-	Tidak Terdeteksi
9.	Tulang	-	-	-	Tidak Terdeteksi

Tahap ketiga dilakukan proses pengujian jenis sampah yang kemudian ditempatkan ke tempat sampah sesuai jenisnya. Hasil pengujian jenis sampah berdasarkan dari tabel 4.3 di atas diperoleh batasan sampah yang bisa terdeteksi dan yang bisa terdeteksi oleh sensor, seperti sampah kertas, tissue, dan sisa makanan, seperti nasi, daging, ikan dan tulang. Adapun untuk maksimal beban sampah yang dapat disortir atau dipilah dalam satu waktu adalah 1 KG.

Tabel 4.4
Pengujian Waktu

No.	Jenis Sampah	Pengujian Waktu	Hasil
1.	Sampah Plastik	Motor AC 1	8 Detik
		Motor AC 2	12 Detik
2.	Sampah Logam	Motor AC 1	17 Detik
		Motor AC 3	2 Detik
3.	Sampah Organik	Motor AC 1	26 Detik
		Motor AC 4	6 Detik

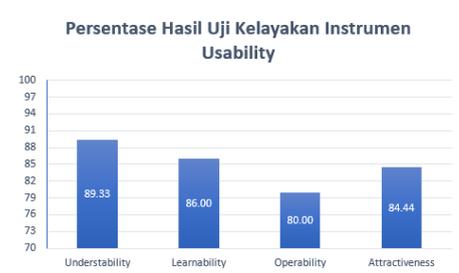
Tahap keempat dilakukan perhitungan waktu pada saat motor ac 1 menggerakkan conveyor, motor ac 2 ke tempat sampah plastik, motor ac 3 ke tempat sampah logam dan motor ac 4 ke tempat sampah organik.

Pengujian *Functionality*

Pengujian ini didasarkan pada instrument berupa *test case* yang berisi 10 butir pertanyaan. Setiap fungsi yang berjalan dengan baik maka tester akan memberikan tanda *checklist* di kolom “Ya”, namun apabila fungsi tidak berjalan dengan baik maka akan diberi tanda *checklist* di kolom “Tidak” pada *test case* tersebut.

Pengujian *Usability*

Berikut ini tanggapan dari responden mengenai Rancang Bangun Pemilah Sampah Gelas Dan Botol Plastik sesuai tempat dilaksanakannya penelitian. Responden pada peneliti ini sebanyak 15 responden yaitu sebagai objek pada penelitian ini.



Gambar 3.
Diagram Persentase Hasil Uji Coba *Usability*

Respon yang didapatkan dari hasil penelitian yang dilakukan untuk instrumen pengujian Usability mencapai rata-rata 85% dengan kategori “Sangat Layak”. Hal ini dapat diartikan bahwa Rancang Bangun Pemilah Sampah Gelas Dan Botol Plastik Layak digunakan oleh masyarakat pada umumnya.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari Alat Pemilah Sampah Gelas dan Botol Plastik adalah sebagai berikut:

1. Perancangan alat ini menghasilkan pemilah sampah gelas dan botol plastik berbasis arduino uno dengan menggunakan *conveyor* yang dirancang untuk mempermudah memilah sampah antara sampah logam, gelas, botol plastik dan organik.
2. Tahap awal pembuatan alat ini dengan menggunakan aplikasi *Eagle* untuk pembuatan skema rangkaian . Perancangan ini terdiri dari tiga aspek yaitu *input* (masukan), proses, dan *output* (keluaran) pada *hardware* dan merangkainya, setelah itu pembuatan coding program diaplikasi *software* Arduino IDE untuk memfungsikan alat yang telah dirancang.
3. Perancangan alat pemilah sampah gelas dan botol plastic berjalan dan bekerja

dengan baik dan dapat menjalankan instruksi yang telah diprogramkan dan hasil dari ujicoba berdasarkan hasil pengujian analisis dari uji *functionality* mendapatkan presentase 84,94%

Saran

Saran berdasarkan analisis dan kesimpulan dari produk tersebut dalam usaha meningkatkan mutu dan kualitas produk adalah sebagai berikut: Alat pemilah sampah gelas dan botol plastik ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa lain yang akan membuat proyek tugas akhir yang relevan di masa yang akan *dating*. Pengembangan dapat dilakukan dengan membuat produk yang lebih baik.

Produk ini dapat diproduksi untuk diperkenalkan dan memenuhi kebutuhan masyarakat.

Penulis menyadari alat yang telah dikembangkan sangat sederhana sebagai proyek tugas akhir karena keterbatasan biaya dan kemampuan. M

Maka dari itu diharapkan pengembangan alat tersebut baik oleh mahasiswa maupun dosen.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, M., Hamdie, F., Jaya, A., Elbaar, E. V., Redin, H., Kulu, I. P., & Erang, D. (2021). *Analisis Kinerja Pengelolaan Sampah Kota Palangka Raya*. 1(1), 36–44.

- ajifahreza. 2017. *Menggunakan Buzzer Komponen Suara* (<https://www.ajifahreza.com/2017/04/menggunakan-uzzer-komponen-suara.html>). Diakses 26 februari 2021)
- Andrianto, H. (2015). *Pemrograman dan Mikrokontroler AVR ATmega16*. Bandung: Informatika.
- Ansori, H. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Surabaya: Airlangga University Pers.
- Bastiaans, M. J. (1984). *New Class of Uncertainty Relations for Partially Coherent Light*. 638–639. <https://doi.org/10.1364/josaa.1.000711>
- Cahyadi, M. (2016). *Rancang Bangun Catu Daya AC IV-20V Menggunakan Kendali P-I Berbasis Mikrokontroler*. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, Vol. 10, No. 2,.
- Elga Aris Prasetyo. 2017. *cara menambahkan librari pada arduino IDE*. <https://www.arduinoindonesia.id/2017/02/cara-menambahkan-library-pada-arduino.html>
- Guritno, S. U. (2011). *Theory and applications of IT Research: Metodologi Penelitian Teknologi Informasi*
- Heri Andrianto & Aan Darmawan. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan pemrograman*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Imam Khoirul. 2016. *LCD dengan L2C Module untuk Arduino*. <https://khoiruliman.wordpress.com/2016/06/07/lcd-dengan-i2c-module-untuk-arduino/>. (Diakses 26 februari 2021)
- Junaidi & Yuliyani Dwi Prabowo, 2018. *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis ARDUINO*. Bandar Lampung: Badan Penerbit AURA CV. Anugrah Utama Raharja. [http://repository.lppm.unila.ac.id/7492/1/Buku Mikrokontroler.pdf](http://repository.lppm.unila.ac.id/7492/1/Buku%20Mikrokontroler.pdf) (Diakses 23 februari 2021)
- Kadir, S. (2015). *Buku Pintar Pemrograman Arduino*. Yogyakarta: Mediakom.
- Muhammad Fauzan. 2020. *Bahasa Pemrograman Arduino*. Yogyakarta: Penerbit K- Media
- Mustaghfiroh, U., Sundusiyah, A., Addahlawi, H. A., & Hidayatullah, A. F. (2020). *Implementasi prinsip good environmental governance dalam pengelolaan sampah di indonesia implementation of the principles of good environmental governance in garbae management in indonesia*. *Bina Hukum Lingkungan*, 4(2).
- Monk, Simon. 2010. *30 Arduino Projects for the Evil Genius*. US of Amerika : *The McGraw Hill Companies, Inc.*
- Nielsen J. 2001. *Success rate: the simplest usability metric*. [Internet]. [diunduh 2013 Jul 8]. Tersedia pada <http://www.nngroup.com/articles/success-rate-the-simplest-usability-metric/>.
- Prengky L.E. Aritonang dkk. (2017). *Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Cerdas Otomatis The Prototype Of Automatic Smart Trash Clustering Tool*.
- Pressman, R. S. (2012). *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Buku Praktisi 1*. Yogyakarta: Andi
- Rangkuti, S. (2016). *Arduino & Proteus*. Bandung: Informatika.
- Riduwan. (2013). *Rumus dan Data Dalam Analisis Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Sutarti, Siswanto, & Mulyanto, J. (2020). *Purwarupa Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno*. *Dinamika Informatika*, 9(2), 1–15.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Santoso,H..(2015).*E-Book Gratis Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula*,

<http://www.elangsakti.com/2015/07/ebook-gratis-belajar-arduino-pemula.html>
(Diakses 26 Februari)

Satria,Elmeki.2017.Modul Pembelajaran Motor Servo.Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Schmidt, Maik. 2011. *Arduino QuickStart Guide. US of Amerika: Pragmatic Programmers, LLC.*

Wafi, A., Setyawan, H., & Ariyani, S. (2020). *Prototipe Sistem Smart Trash Berbasis IOT (Internet Of Things) dengan Aplikasi Android. Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 2(1), 20–29. <https://doi.org/10.32528/elkom.v2i1.3134>

Yulian Dwi Prabowo. (2018). *Rancang. Bangun Alat Pemilah Sampah Cerdas Otomatis. Snitt*, 375–381.